

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-9957

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月19日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 0 1 D 53/56

B 0 1 D 53/34

1 2 9 A

53/81

B 0 1 J 20/06

C

B 0 1 J 20/06

20/18

E

20/18

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-169781

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月26日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 西方 聡

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 西村 智明

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 天野 功

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

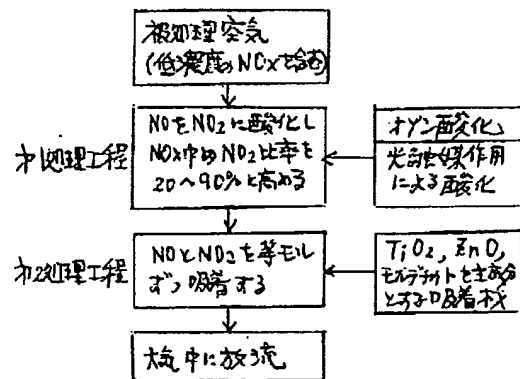
(74) 代理人 弁理士 篠部 正治

(54) 【発明の名称】 大気中の窒素酸化物の除去方法

(57) 【要約】

【課題】自動車道路用トンネルの換気ガスなどの大気中に含まれる低濃度な NO_x を、少ないエネルギーを投入するだけで安全、かつ効率よく除去できるようにした新規な窒素酸化物の除去方法を提供する。

【解決手段】第1の処理工程で、被処理空気を含む NO_x （大気汚染物質）中の NO をオゾンによる酸化、あるいは光触媒作用により NO_2 に酸化して NO_x 中に占める NO_2 の比率が当初よりも高く（20～90％）なるように調整し、続く第2の処理工程では、 TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトのいずれかを主成分とする吸着材を使用して NO 、および NO_2 を等モルずつ同時に吸着させて被処理空気中の NO_x 濃度を低めるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】大気中から大気汚染物質である窒素酸化物(NO_x)を除去する方法であり、第1の処理工程で被処理空気を含む NO_x 中の NO 比率が当初よりも高まるように NO を NO_2 に酸化し、続く第2の処理工程で NO 、および NO_2 を TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトのいずれかを主成分とする吸着材に吸着させて被処理空気中の NO_x 濃度を低めるようにしたことを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項2】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、第1の処理工程で、 NO_x 中に占める NO の比率が20～90%になるように NO を NO_2 に酸化することを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項3】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、第1、第2の処理工程に続き、第3の処理工程で被処理空気中に残存する NO_2 を活性炭に吸着させることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項4】請求項3記載の窒素酸化物の除去方法において、第1の処理工程で、 NO_x 中に占める NO の比率が50%以上になるように NO を NO_2 に酸化し、第2の吸着処理工程で吸着し切れなかった残存 NO_2 を第3の処理工程で活性炭に吸着させることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項5】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、第1の処理工程では、オゾン、もしくは光触媒作用により NO_x 中の NO を NO_2 に酸化させることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項6】請求項5記載の窒素酸化物の除去方法において、光触媒として TiO_2 を用い、 TiO_2 に波長400nm以下の近紫外光を照射して NO を NO_2 に酸化させることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項7】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、第2の処理工程で用いる吸着材がアルカリ成分を含有していることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項8】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、第2の処理工程で NO_x を吸着した吸着材を洗浄し、吸着 NO_x を溶出させて再生した後に吸着材を再使用することを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項9】請求項8記載の窒素酸化物の除去方法において、吸着材をアルカリ性溶液単独、もしくは洗浄水とアルカリ溶液により洗浄し、乾燥して再使用することを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【請求項10】請求項1記載の窒素酸化物の除去方法において、被処理空気の通風経路に沿って TiO_2 を主成分とするシートを布設し、その前半ゾーンで光触媒として機能する TiO_2 シートに波長400nm以下の近紫外光を照射して NO を NO_2 に酸化し、後半の非照射ゾ

ーンでは NO 、 NO_2 を等モル吸着材として機能する TiO_2 シートに吸着させることを特徴とする大気中の窒素酸化物の除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば自動車道路用トンネルを換気するに際して、換気空気から大気汚染物質である窒素酸化物(NO_x ：一酸化窒素 NO 、二酸化窒素 NO_2 の総称)を除去する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】大都市での NO_x による大気汚染は依然として深刻な問題である。この NO_x による大気汚染の原因は主として自動車、特にディーゼルエンジンからの排気ガスにあると言われており、市街地域の道路交差点周域での大気中の NO_x 濃度は0.2～0.3ppm、比較的高濃度である自動車道路用トンネルの換気ガスでは1～2ppmの NO_x を含み、周辺環境への大きな汚染源になっていることから、自動車エンジンの NO_x 低減対策のほか、環境側でも大気浄化対策として NO_x の除去技術に関して様々な研究されている。

【0003】また、前記した自動車の排気ガスが汚染源となる大気中の NO_x の組成を調査した結果では、 NO と NO_2 の比率が略9：1で NO が大半を占めており、この観点からも、大気中からの NO_x 除去処理には主体の NO を常温で大量に処理できる技術の確立が求められている。ところで、被処理空気から NO_x を除去する技術として、活性炭による吸着法が知られている。しかし、活性炭は NO_2 の吸着除去には有効に機能するが、 NO_x 組成の大部分を占める NO の吸着には有効に機能しない。そこで、この対策としてオゾンを使って NO を NO_2 に酸化し、被処理空気中の NO_x を略100% NO_2 に変えた上で、この NO_2 を活性炭で吸着除去する方法が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記したオゾン酸化、活性炭吸着法は以下述べるような欠点がある。すなわち、被処理空気中の NO 濃度は自動車の通行量により時々刻々変動する。これに対して、被処理空気に添加するオゾン量は NO 濃度に応じて調整する必要があるが、オゾンの発生量、添加量を NO 濃度の変動に合わせて適正に制御することは難しく、またオゾンを過剰に添加するようにすると、オゾンを生成するために余分なエネルギー(電力)を投入することになるほか、過剰なオゾンが大気中に放出されて光化学スモッグの発生原因にもなる。

【0005】この発明は上記の点に鑑みなされたものであり、その目的は大気中に含まれる低濃度な NO_x を少ないエネルギーを投入するだけで安全、かつ効率よく除去できるようにした新規な窒素酸化物の除去方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明の方法によれば、第1の処理工程で被処理空気を含む NO_x 中の NO_2 比率が当初よりも高まるように NO を NO_2 に酸化し、続く第2の処理工程で NO 、および NO_2 を TiO_2 、 ZnO 、モルデナイト（ゼオライトの一種）のいずれかを主成分とする吸着材に吸着させて被処理空気中の NO_x 濃度を低めるようにする（請求項1）ものとし、具体的には次記のような態様で効果的に実現できる。

【0007】(1) 前記の第1処理工程で、 NO_x 中に占める NO_2 の比率が20～90%（好ましくは50%）になるように NO を NO_2 に酸化する（請求項2）。

(2) 第1、第2の処理工程に続き、第3の処理工程で被処理空気中に残存する NO_2 を活性炭に吸着させる（請求項3）ものとし、この場合には第1の処理工程で、 NO_x 中に占める NO_2 の比率が50%以上になるように NO を NO_2 に酸化し、第2の吸着処理工程で吸着し切れなかった残存 NO_2 を第3の処理工程で活性炭に吸着させる（請求項4）。

【0008】(3) 第1の処理工程で、オゾン、もしくは光触媒作用により NO_x 中の NO を NO_2 に酸化させる（請求項5）ものとし、この場合に光触媒として TiO_2 を用い、 TiO_2 に波長400nm以下の近紫外光を照射して NO を NO_2 に酸化させる（請求項6）。

(4) 第2の処理工程で用いる吸着材として、アルカリ成分を含有して吸着材を用いる（請求項7）ものとし、第2の処理工程で NO_x を吸着した吸着材を定期的に洗浄し、吸着 NO_x を溶出させて再生した後に再使用する（請求項8）。また、その洗浄法として、吸着材をアルカリ性溶液単独、もしくは洗浄水とアルカリ溶液により洗浄し、乾燥して再使用する（請求項9）。

【0009】(5) また、被処理空気の通風経路に沿って TiO_2 を主成分とするシートを布設し、その前半ゾーンで光触媒として機能する TiO_2 シートに波長400nm以下の近紫外光を照射して NO を NO_2 に酸化し、後半の非照射ゾーンでは NO 、 NO_2 を等モル吸着材として機能する TiO_2 シートに吸着させるようにした NO_x 除去方法もある（請求項10）。

【0010】すなわち、発明者等は NO_x の吸着材に関する研究で、前記した TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトを主成分とする吸着材は、 NO_x の吸着過程で略同量（同モル）の NO と NO_2 を同時に吸着する性質のあることを見出した。そこで、従来、吸着材として用いていた活性炭に代えて TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトのいずれかを主成分とする吸着材を採用し、その前段工程（第1の処理工程）で被処理空気（例えば、自動車道路トンネルの換気ガス）に含まれる NO_x 組成の NO 比率が当初（ NO と NO_2 の比率は約9：1）よりも低くなるように酸化して、 NO_x 中に占める NO_2 の比率が2

0～90%となるように高めることにより、続く第2の処理工程では前記吸着材に NO と NO_2 を等モルずつ同時に吸着させることができる。また、この場合に吸着材にアルカリ成分を添加しておくことで NO_x の吸着効果がより一層高まることも確認されている。

【0011】また、前記の第1処理工程で NO を NO_2 に酸化する方法としては、オゾン酸化、あるいは光触媒作用による酸化法などが利用できる。この場合に、 TiO_2 を主成分とした光触媒を用い、波長400nm以下の近紫外光を照射すると、その光触媒作用により NO_x を硝酸（ HNO_3 ）に酸化して TiO_2 の表面に捕捉すると同時に、その一部を中間生成物である NO_2 として放出するために、酸化処理後の状態では NO_x 中に占める NO_2 の比率が当初よりも高くなる。

【0012】一方、前記の吸着材は NO_x （ NO 、 NO_2 ）を吸着し続けると、飽和吸着量に近づいて NO_x の除去率が次第に低下する。この場合に、吸着材を水洗することにより吸着した NO_x を溶出して吸着機能が再生するので、乾燥後に吸着材を再使用できる。また、当初よりアルカリを添加した吸着材では、水洗によりアルカリ成分が溶出して吸着効果が低下するので、洗浄水としてアルカリ水溶液を用い、あるいは水洗の後にアルカリ溶液に浸してアルカリ成分を含浸、補給することで吸着材効果の低下を回避できる。

【0013】また、前記した第1の酸化処理工程で、 NO の酸化が進んで NO_x 中に占める NO_2 の比率が50%以上になると、続く第2の NO_x 吸着工程（ NO と NO_2 を等モルずつ吸着する）では、 NO_2 の一部が吸着されずに残る。そこで、第3の処理工程として活性炭を使って残存 NO_2 を吸着させることで、 NO_x の除去効率がより一層向上する。

【0014】また、被処理空気の通風経路に沿って TiO_2 を主成分とするシートを布設し、その前半ゾーンで波長400nm以下の近紫外光を照射して NO を NO_2 に酸化し、後半の非照射ゾーンで NO 、 NO_2 を吸着させる方法においては、次のようなプロセスを経て NO_x の酸化、吸着が行われる。すなわち、近紫外光を照射する TiO_2 の前半ゾーン（酸化ゾーン）では、 TiO_2 のもつ光触媒作用により NO_x を硝酸に酸化して TiO_2 の表面に捕捉すると同時に、その一部を中間生成物である NO_2 として放出する。これにより、 NO_x 中の NO_2 比率が高まる。そして、後半の非照射ゾーンで NO と NO_2 を等モルずつ同時吸着し、 TiO_2 シート全域を通して被処理空気中の NO_x 濃度を低める。したがって、この方法によれば、 TiO_2 を主成分とした光触媒、吸着材兼用のシートと、近紫外光の光源とで NO_x 除去システムを構成することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施例を形態別に説明する。まず、この発明の請求項1、2に対応する

NO_x 除去の処理工程を図1に、請求項3、4に対応する工程を図2に、請求項8に対応する吸着材の洗浄、再生工程を図3に示し、図4にNO_x 除去効果を確認するために使用した実験装置の構成を示す。

【0016】図4において、1、2はそれぞれNO、NO₂ の標準ガスを入れたガス容器、3は前記標準ガスを希釈するための清浄空気を入れたガス容器、4は減圧弁、5は流量調整弁、6は四方弁、7は反応容器（ガラス製容器）、8は反応容器7に収容した吸着材の供試試料、9は化学発光式の窒素酸化物測定装置、10は空気ポンプ、11、12は排気口である。

【0017】ここで、図示の実験装置によるNO_x 除去テストは次記のような手順で行う。まず、NO、NO₂ の標準ガスと清浄空気を流量調整弁5で所望の比率に混ぜ合わせ、模擬汚染空気を生成する。次に四方弁6を前記の模擬汚染空気を所定の流量で吸着材の試料8を入れた反応容器7に送りこんで試料8に接触させる。この状態で空気ポンプ10により反応容器7から採取した被処理ガスを窒素酸化物測定装置9に導き入れてNO_x 濃度を記録した後、排気口11から放出する。

【0018】なお、この実験では便宜上、図1に示した第1の処理工程で被処理空気を酸化処理する代わりに、NOガスとNO₂ ガスとの混合比を変えることでNO_x の組成比率を調整した。また、この実験で使用する吸着材8の供試試料としては、図5のNo1～12で示すように、TiO₂、ZnO₂、モルデナイト、その他を吸着材の主成分として、その粉末とポリテトラフルオロエチレン（PTFE）の粉末を混合、圧延してシート上に加工したものを使用した。

【0019】次に、前記の実験装置を用いて実施した供試試料のNO_x 吸着能力の実験結果、並びにその評価について述べる。

〔実験例1〕TiO₂ を63.7%，アルカリ剤としてチタン酸カリウム（K₂TiO₃）を6.3%，PTFEを30%の重量割合で混合し、厚さ0.5mmに圧延して吸着材8を作成し、これを50×300mmのサイズにカットして図5におけるNo1の供試試料とした。次にこの供試試料を反応容器7の中に収容し、反応容器7に供給する被処理ガスのNO_x 濃度を3.0ppm，供給流量を毎分3.0リットルの条件で、NO_x 中に占めるNO₂ の含有率（NO₂ 濃度/NO濃度+NO₂ 濃度）を0～100%の範囲で様々に変えて行い、そのNO_x 吸着能力を調べた。

【0020】図6はこの実験結果を表す図であり、NO_x 除去率は実験時間20時間の平均値として示した。また、NO_x 除去率（%）は次記のように定義する。

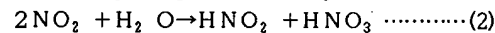
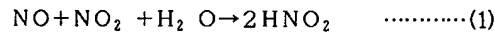
NO_x 除去率＝（入口NO_x 濃度－出口NO_x 濃度）／（入口NO_x 濃度）

図6から明らかなように、入口ガスNO₂ 含有率が低い範囲ではNO₂ 濃度の高まりに略比例してNO_x 除去率

が大きくなり、NO₂ 含有率50～60%で最大のNO_x 除去率65%が得られた。また、NO₂ 含有率がこれ以上に増加すると、逆にNO_x 除去率は次第に低下する傾向を示すが、NO₂ 含有率が100%でもNO_x 除去率は0となることはなく、約40%を保つ。

【0021】この場合に、前記吸着材によるNO_x の吸着作用は、従来よりNO_x の吸着材として使用されている活性炭とは吸着メカニズムが異なる。すなわち、活性炭はNO₂ を吸着するがNOを吸着する機能はなく、例えばNO₂ 含有率50%の条件で活性炭を使用してNO_x を吸着させたとしても、NO_x 除去率は50%しか得られないはずである。かかる点、前記の実験結果では、NO_x 除去率が約65%でNOとNO₂ が同時に吸着されている示している。

【0022】このようなNO_x の吸着メカニズムは目下解明中であるが、これまでの研究から得た知見から次記のように推定される。すなわち、NOとNO₂ が共存しているNO_x の組成では、吸着材の表面で次記の反応が生じて吸着されるものと考えられる。



つまり、NO_x 中にNOとNO₂ が共存している場合には、NOとNO₂ が同時に同じ量（等モル）ずつ吸着材に亜硝酸（HNO₂）の形態で吸着され、さらにNO₂ は単独で吸着材の表面に亜硝酸と硝酸（HNO₃）の形態で等モルずつ保持されているものと推定され、このことは図7に示す実験結果からも裏付けられる。

【0023】すなわち、図7は図4の実験装置で20時間のNO_x 除去実験を行った後、吸着材8を500mlの洗浄水（純水）に5時間浸漬し、吸着材に吸着保持されているHNO₂、HNO₃を溶出させて洗浄水の組成濃度を調べたものである。図から明らかなように、入口ガスNO₂ 含有率が60%以下の条件では、亜硝酸イオン（NO₂⁻）が略100%を占め、入口ガスNO₂ 含有率が増加するにつれて亜硝酸イオンの比率が低下する。したがって、NOとNO₂ が共存するときは前記反応式(1)が優先し、洗浄水中の組成濃度はNO₂⁻が略100%になり、過剰のNO₂が存在するときには前記反応式(2)の反応が進んでNO₃⁻の比率が高くなると考えられる。

【0024】〔実験例2〕次に、TiO₂を主成分とした吸着材の供試試料について、図5のNo2（アルカリ成分添加なし）と、No1、4（アルカリ成分を混練）、No4（アルカリ成分をTiO₂の表面に担持）、No5、6（アルカリ成分を含浸）とを使ってNO_x 除去の実験を行い、その結果を比較した。この実験結果によれば、No2のアルカリ添加なしに較べて吸着材にアルカリ成分を添加することで、NO_x 除去率が向上することが確認された。なお、アルカリ成分の添加方法については、混練、担持、含浸方法のいずれでもほぼ

同程度の効果が得られた。

【0025】〔実験例3〕この実験では、吸着材の主成分として、 TiO_2 の代替物質に図5のNo7~12で示す各種物質を使って NO_x 除去率を調べた。この結果によれば、No7の ZnO 、No11のモルデナイトでは TiO_2 と同様に、除去された NO/NO_2 のモル比は略1に近い値を示し、それ以外の物質では NO_2 の吸着が優先し、活性炭と同様に NO を殆ど吸着しないことが確認された。

【0026】以上述べた実験は、図1に示した NO_x 除去方法の評価を確認するために行ったものであり、図6に示すように図1に示す方法では、 NO_x 中の NO_2 含有率が50%以上の領域になると NO_x 除去率が次第に低下する。これは、 TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトを主成分とする吸着材が NO と NO_2 を等モルずつ吸着するためであり、 NO_x 中の NO_2 含有率が50%よりも高くなると、 NO のほぼ全量が吸着されたところで等モル吸着がそれ以上進行せず、このために NO_2 の一部が吸着されずに被処理空気中に残存する。

【0027】この点について詳細に調べたところ、例えば NO_x 中の NO_2 含有率が81%では、 NO_x 除去率が50%となるが、被処理ガス出口での NO 、 NO_2 の濃度はそれぞれ0.14ppm、1.38ppm、 NO 、 NO_2 の除去率はそれぞれ76.3%、43.4%であり、 NO_2 含有率が50%以上の領域では相対的に濃度の低い NO は高率で除去される反面、濃度の高い NO_2 はその一部が残って除去率が低くなる。

【0028】そこで、このような場合には、図2で示すように先記した吸着材による第2の吸着工程に続き、第3の処理工程で NO_2 に高い除去率を示す活性炭を使用し、前段の第2処理工程で吸着し切れなかった残存 NO_2 を活性炭に吸着させるように処理すれば、全体で高い NO_x 除去率を得ることができる。一方、吸着材が NO_x を吸着し続けると、やがて飽和吸着量に達して NO_x 除去能力が低下する。そこで、この発明によれば、吸着材を定期的に洗浄して吸着した成分を洗浄液中に溶出させ再生し、吸着材の NO_x 吸着能力が回復した状態で再使用するものとする。この場合に当初よりアルカリ成分を添加した吸着材では、水洗によりアルカリ成分も溶出することから、図3(a)のように洗浄液としてアルカリ性溶液を使用するか、あるいは図3(b)のように吸着材を通常水で水洗した後に吸着材をアルカリ溶液に浸してアルカリ成分を補給し、その後に乾燥することにより、吸着能力が当初の状態に回復する。

【0029】次に、この発明の請求項10に対応した実施例を図8に示す。この実施例では、図1で NO を NO_2 に酸化する第1の処理工程、および NO と NO_2 を等モルずつ吸着する第2の処理工程を、 TiO_2 を主成分として作成したシート13を使って行うものとする。すなわち、被処理空気を流す導風ダクト14に沿ってその

内壁面に前記の TiO_2 シート13を布設するとともに、その前半領域には近紫外光の光源としての光化学蛍光灯14を配して波長400nm以下の近紫外光16の照射ゾーンとし、後半領域は非照射ゾーンとする。

【0030】かかる構成で導風ダクト14に入口側から NO_x を含む被処理空気を流すと、 TiO_2 シート13の前半ゾーンでは近紫外光の照射により光触媒として機能し、 NO_x 中の NO を TiO_2 シートとの接触反応により $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ に酸化するとともに、その酸化過程で中間生成物である NO_2 を放出し、後半ゾーンの領域を流れる被処理空気中の NO_x の NO_2 比率を相対的に高める。一方、近紫外光を照射しない TiO_2 シート13の後半ゾーンは NO 、 NO_2 の等モル吸着材として機能し、先記の実験例で述べたように NO_x の NO 、および NO_2 成分が等モルずつ TiO_2 シート13に吸着、除去され、導風ダクト14の出口側では被処理空気中の NO_x 濃度が低下する。なお、図10の実施例では、被処理空気の通風路に沿って TiO_2 シート13に近紫外光照射ゾーンと非照射ゾーンを1段分ずつ設けた例を示したが、近紫外光照射ゾーンと非照射ゾーンを複数段ずつ交互に配列して構成することもできる。

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、この発明の NO_x 除去方法によれば、第1の処理工程で被処理空気を含む NO_x 中の NO_2 比率が当初よりも高まるように NO を NO_2 に酸化し、続く第2の処理工程で NO 、および NO_2 を TiO_2 、 ZnO 、モルデナイトのいずれかを主成分とする吸着材に吸着させるようにしたことにより、自動車道路用トンネルの換気ガスのように NO_x 濃度が広範囲に変動するような環境下でも、大気中から NO_x を効率よく除去することができる。

【0032】また、特に NO_x 中の NO を NO_2 に酸化する処理工程で、オゾンを使用する場合でも、吸着材として活性炭を使用する従来方法と較べてオゾンの消費量が少なく済み、過剰オゾンをそのまま周囲環境中に放出する危険がないほか、オゾン供給量を NO 濃度に追従して調整する面倒な制御が必要がないなど、 NO_x 除去システムの運転が容易で、かつ安全、経済的に大気中の NO_x 濃度を低めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の請求項1、2に対応する NO_x 除去の処理工程図

【図2】この発明の請求項3、4に対応する NO_x 除去の処理工程図

【図3】この発明の請求項8に対応する吸着材の洗浄、再生工程図であり、(a)はアルカリ性溶液を使用した例、(b)は洗浄、再生工程を水洗浄とアルカリ性溶液の含浸補充に分けて行う例の工程図

【図4】 NO_x 除去効果を確認するために使用した実験装置の構成図

【図5】図4の実験装置で使用した吸着材の各種供試試料について、その組成、アルカリ成分の添加方法、 NO_x 除去率、除去した NO と NO_2 との比率を表にまとめて表した図

【図6】実験結果による入口ガス NO_2 含有率と NO_x 除去率の関係を表す特性線図

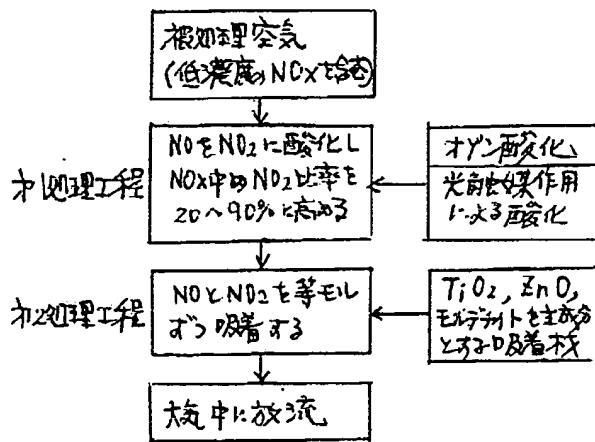
【図7】実験結果による入口ガス NO_2 含有率と吸着材の洗浄水中における NO_2^- 含有比率との関係を表す特性線図

【図8】この発明の請求項10に対応する実施例の構成図

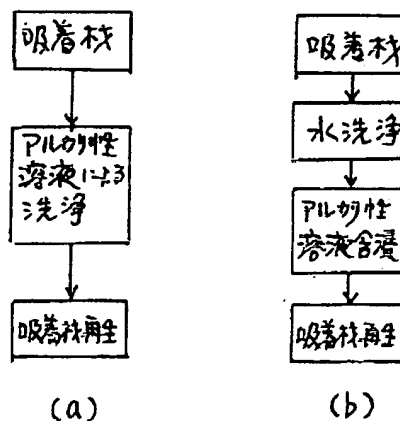
【符号の説明】

- 1 NO のガス容器
- 2 NO_2 のガス容器
- 3 清浄空気の容器
- 7 反応容器
- 8 吸着材(供試試料)
- 9 窒素酸化物測定器
- 13 TiO_2 シート
- 14 被処理空気の導風ダクト
- 15 光化学蛍光灯
- 16 近紫外光

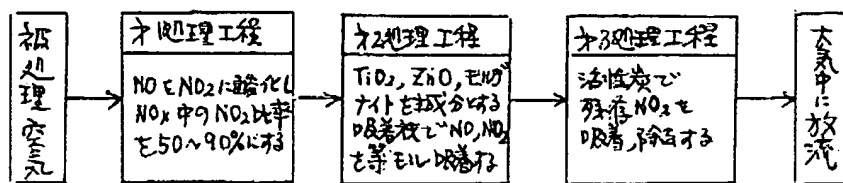
【図1】



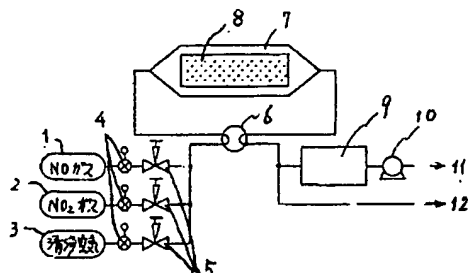
【図3】



【図2】



【図4】

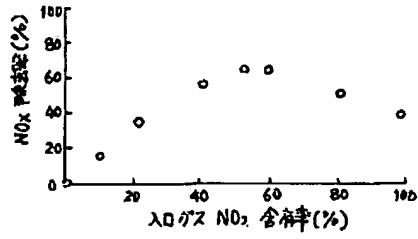


【図5】

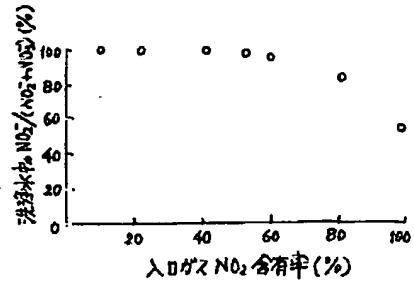
No	吸着材組成(%)	アルカリ添加方法	NO_x 除去率	除去した NO / NO_2 比率
1	$\text{TiO}_2(63) + \text{P}2\text{F}5(3)$	播種	82.7%	0.98
2	$\text{TiO}_2(70)$	なし	50.4	0.87
3	$\text{TiO}_2(61) + \text{Zn}(\text{OH})_2(9)$	TiO_2 投与に投与	56.2	0.87
4	$\text{TiO}_2(60) + \text{Mg}(\text{OH})_2(10)$	播種	59.4	0.87
5	$\text{TiO}_2(70)$	*飽和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$	71.0	0.89
6	$\text{TiO}_2(70)$	*0.5M KOH	68.8	0.92
7	$\text{ZnO}(70)$		41.8	0.85
8	$\text{Al}_2\text{O}_3(70)$		10.2	0.43
9	4M $\text{Al}(\text{OH})_3$		16.5	0.30
10	活性炭(70)		60.4	0.08
11	$\text{E}6\text{F}^+ \text{Ti}(\text{OH})_2$		45.4	0.87
12	ZSM-5(70)		38.6	0.08

*各溶液に1時間浸漬後、乾燥

【図6】



【図7】



【図8】

